

Okruh 7: STRES

Charakteristika stresu

Pojem stres zavedl ve 30. letech 20. století lékař Hans Selye jako zkratku pro generální adaptační syndrom. Stres je nespecifická reakce organismu na zátěž, jejímž cílem je zvládnutí zátěže a navrácení organismu do vnitřní rovnováhy. Během stresové reakce je zlepšena výkonnost organismu, ale při dlouhodobém působení dochází k jeho vyčerpání.

Stres se projevuje u všech zvířat, projevy se velmi liší mezi jednotlivými taxonomickými třídami, druhy, rody i jednotlivci. Zároveň na různá zvířata působí různé stresory jinak (s transportním stresem se jinak vypořádá zdravý jedinec oproti nemocnému, březí samice oproti nebřezí, samec vůči samici, mládě vůči dospělci atd.).

Stres způsobuje značné ekonomické ztráty v chovech hospodářských zvířat (nejznámější u prasat a drůbeže), je mu proto věnována řada výzkumů. Ve skupině zájmových zvířat je působení stresu prozkoumáno především u psů a koček. Data ze skupiny exotických/zoozvířat nejsou dostatečně velká, což je dáno poměrně malým vzorkem zvířat a komplikovaností získání vzorů. Pokud u některých skupin zvířat dosud neexistují výsledky o vlivu stresu, nelze usuzovat, že tato zvířata stresem netrpí, jen ještě nebyl nalezen vhodný způsob jeho pozorování a měření. V posledním desetiletí vědecký výzkum ustupuje od invazivních metod získávání vzorků k neinvazivním metodám, protože vlivem narušení pohody zvířete samotný odběr vzorku ovlivňuje výsledky (např. odběr krve – manipulace se zvířetem a délka trvání odběru mění hladiny stresových markerů), je tedy vhodné vzorky získat způsobem, který zkoumané zvíře nestresuje (např. sběr vzorků trusu, srsti, peří, slin atd.).

Eustres – fyziologický stres (prospěšný), jeho působením je jedinec stimulován k vyšším nebo lepším výkonům, zároveň vystavení eustresu může zlepšit vyrovnání se s distresem (př. pes je od štěněte přepravován autem, nejprve na krátké vzdálenosti, postupně na delší, navykl si a umí se s touto situací vyrovnat).

Distres – patologický stres (špatný), zátěž organismu je příliš vysoká, může dojít k jeho vyčerpání až smrti (kuřecí brojler strávil celý svůj život v šeru a relativním tichu na malé ploše v hale, vyskladňování haly je hlučné, se zvířetem manipulují ošetřovatelé a vlivem působení stresorů vzniká distres s možným rizikem jeho úhynu v důsledku srdečního selhání).

Podle délky trvání lze stres rozdělit na:

Akutní stres - náhlý a krátkodobý;

Chronický stres - dlouhodobý, může vést ke změně morfologie i funkce některých orgánů, snížení obranyschopnosti organismu, rozvoji onemocnění ze stresu;

Intermitentní stres – přerušovaný.

Stresory

Stresory jsou veškeré činitele vyvolávající stres. Lze je dělit mnoha způsoby, přičemž jeden stresor může patřit do více kategorií. Každý druh i jednotlivé kategorie zvířat se s různými stresory vypořádávají jinak, rizikovými skupinami jsou březí zvířata, mláďata, zvířata nemocná a poraněná, stará zvířata.

- Fyzikální stresory

- o Teplota, např.: přeprava zvířat v horkých dnech, zvířata uzavřená v autě v horkém dni, zvíře s nedostatečnou kvalitou srsti vystavené nízkým teplotám;

- Vlhkost, např.: vlhká podestýlka v chovu kuřecích brojlerů způsobuje narušení kůže na jejich běhácích a může vést ke vzniku zánětu (pododermatitidy);
 - Teplota, vlhkost a proudění vzduchu, např.: mokré tele bez vstupu do přístřešku ve větrném deštivém dni s nízkými venkovními teplotami;
 - Světlo a tma, např.: zvířatům není poskytován dostatečný odpočinek od světla a tma tvoří méně než 1/3 dne, nebo jsou zvířata naopak chována trvale ve tmě;
 - Hluk, např.: příliš hlučná vzduchotechnika v chovech prasat;
 - Vibrace, např. během přepravy zvířat, při provádění prací blízko chovu, kdy dochází k otřesům v rámci budov, blízkost frekventované pozemní komunikace;
 - Nedostatek prostoru, kdy jsou zvířata chována na malé ploše.
- **Chemické stresory**
- Kyseliny a zásady – leptají zasažené tkáně, účinek závisí na jejich koncentraci;
 - Toxické látky – pesticidy, nemrznoucí směsi, toxiny plísní, alkoholy atd.;
 - Humánní léčiva – pro některé druhy zvířat jsou některá léčiva toxická a mohou způsobit jejich úhyn (např. ibuprofen pro psy a kočky);
 - Hlad – pocit vyvolaný nedostatkem potravy, stimuluje organismus, aby začal aktivně vyhledávat potravu;
 - Žízeň – pocit vyvolaný nedostatkem tekutin, stimuluje organismus, aby začal aktivně vyhledávat zdroj napájecí vody.
- **Biologické stresory**
- Bolest – viz okruh 8;
 - Zlomeniny kostí, popáleniny, chirurgické zákroky;
 - Viry, bakterie, plísně, paraziti.
- **Komplexní stresory**
- Zvýšená zátěž;
 - Nové prostředí;
 - Hustota zvířat;
 - Přeprava;
 - Nemoc.

Vnitřní stresory působí uvnitř těla organismu. Stres může být vyvolán snížením i zvýšením objemu některých substancí ve vnitřním prostředí organismu, např.: glukózy, stopových prvků, vitamínů, metabolitů organismu atd. Stres může být vyvolán porušením integrity orgánů, tkání nebo buněk (různá traumata, např. ruptura jater po autonehodě, zlomení kostí, otřes mozku).

Vnější stresory působí na organismus z vnějšího prostředí, z výše uvedených se jedná o všechny fyzikální stresory a všechny chemikálie.

Stresová reakce

Stresová reakce je soubor reakcí, kterými se organismus snaží vypořádat se stresem. Cílem je zachování integrity organismu, udržení homeostáze a přežití. Všechny organismy jsou neustále vystavovány novým podnětům a stresorům v prostředí a úspěšné zvládnutí stresu je

nutné pro jejich přežití. Míra stresové reakce je do značné míry individuální a liší se jak mezi druhy, tak mezi kategoriemi zvířat jednoho druhu i jedinci.

Stresovou reakci dělíme na 3 fáze: poplachovou, adaptační a vyčerpání.

Během poplachové fáze dochází k aktivaci sympato-adrenální osy a následné aktivaci osy hypotalamus - hypofýza - nadledviny. Z hypotalamu v mezimozku dojde k uvolnění adrenokortikotropního hormonu (ACTH, kortikoliberin), který působí na adenohipofýzu, která uvolní hormon kortikotropin, což vede k uvolnění glukokortikoidů z kůry nadledvin. Dřeň nadledvin uvolní do krve adrenalin. Celý soubor reakcí vede ke zvýšení hladiny glukózy a mastných kyselin, potažmo dostupné energie, dochází ke zvýšení tepové i dechové frekvence a tělesné teploty. Cílem poplachové fáze je dodat energii a kyslík svalům a mozku a připravit organismus buď na útěk, nebo útok.

Během adaptační fáze stresory stále působí, ale organismus se situaci přizpůsobí a stresu odolává v nejvyšší možné míře, glukokortikoidy stále působí.

Fáze vyčerpání nastává, pokud stresory působí příliš dlouho nebo příliš silně a organismus není schopen se se stresem dále vypořádat, může dojít až ke smrti.

Stresové markery

Určením hladiny stresových markerů lze hodnotit úroveň stresu. V dnešní době jsou invazivní metody odběru vzorků (např. odběr krve) na ústupu a nahrazují je neinvazivní metody, kdy jsou využívány vzorky trusu, srsti, slin atd.

Behaviorální markery

Dle chování organismu můžeme hodnotit, zda je nebo není ve stresu, případně míru tohoto stresu. Validita hodnocení zcela závisí na kvalitách hodnotitele. Hodnotí se mimika (výraz obličeje, postavení uší), celkový postoj těla (odhalené břicho, nahrbení, naježená srst), pohyb (útěk, útok), vydávané zvuky a pachy, celkové chování organismu (pasivní/aktivní, obranné).

Tonická imobilita (dále jen „TI“) jako antipredační chování je obranná reakce některých druhů ptáků. Vyvolá ji uchopení ptáka predátorem, tj. omezením pohybu zvířete. U předmětného ptáka není vyvolána úteková reakce, ale setrvá v dané poloze a upadne do generalizované hypotonie (celkové snížení svalového napětí) až paralýzy podobné katalepsii (nemožnost pohybu ze strnulosti svalů). Průběh TI mezi jednotlivými ptáky se liší, mohou se objevovat občasná období zavírání a otevírání očních víček, změny v srdeční a dechové frekvenci, elektroencefalické změny, snížená reaktivita na vnější stimuly. Končetiny mohou být ve flexi nebo extenzi, často se objevuje třes. Ptáci mohou mít po celou dobu zvednutou hlavu, objevuje se vokalizace. Cílem tonické imobility je snížit obezřetnosti predátora vůči kořisti s následnou možností jejího nečekaného úniku. Optimální čas pro vyvolání TI v rámci výzkumů byl stanoven na 15 sekund, během kterých je imitováno chování predátora: pták je položen na pravý bok a manipulující člověk drží jednu ruku na jeho hrudi a druhou na jeho hlavě. Délka imobility je vymezena odstraněním rukou člověka z ptáka a postavením se ptáka na obě pánevní končetiny. Pokud je čas od ustoupení výzkumníka do postavení se ptáka delší než 10 vteřin, jedná se o platný pokus. Zvíře může v tonické imobilitě setrvat vteřiny až hodiny. Rekordní tonická imobilita byla naměřena u kuřete kura domácího a trvala 5 hodin a 45 minut. Délku tonické imobility ovlivňuje i prostředí, ve kterém byl pták odchován, obecně lze říct, že u ptáků odchovaných v komplexnějším prostředí (mimo klec, s hřady, porostem, možností létat), byly měřeny kratší časy TI, což může být spojeno s vyšším sebevědomím ptáků a jejich schopností řešit komplikovanější situace.

Fyziologické markery

Přirozená odpověď organismu na stres je velmi variabilní a záleží na individualitě jedince, každý může na totožný stresor reagovat jinak. Dochází ke zvýšení tepové a dechové frekvence, zvýšení tělesné teploty. Může docházet ke zvýšenému pocení, zjevení srsti, vydávání pachových stop, zrychlení nebo zpomalení činnosti trávicího traktu (průjem/zácpa), zvracení, zvýšenému nebo sníženému vylučování moči, snížení sexuální aktivity, potratům u březích zvířat a problémům se zabřezáváním, zvýšení citlivosti až přecitlivělosti nebo naopak apatii.

Morfologické markery

Při chronickém stresu mohou být pozorovány změny ve stavbě orgánů. Vlivem zvýšené produkce stresových hormonů v nadledvinách dochází k jejich zvětšení, naopak lymfatická tkáň se zmenšuje, což je spojeno s horší obranyschopností organismů vystavených chronickému stresu. V žaludku i střevě se mohou vyskytovat vředy, vlivem zhoršeného prokrvení a nedostatečné tvorby ochranného hlenu. U prasat se i krátkodobý stres těsně před porážkou projevuje změnami ve kvalitě masa (PSE maso). Stres ovlivňuje užitek, vede k poklesu snášky, doživosti a poklesu přírůstků.

Hematologické markery

Při stresové reakci se krevní obraz mění v tzv. stresový leukogram, zvyšuje se počet neutrofilů (neutrofilie) a klesá počet lymfocytů (lymfopenie). Neutrofilie patří mezi bílé krvinky a jsou nejdůležitějšími činiteli buněčné obrany při akutních zánětech. Obsahují enzymy, které ničí bakterie i tkáňový detritus. Jsou produkovány kolem milionu buněk za sekundu, v krevním oběhu setrvávají 6 hodin a pak vstupují do tkání, kde přežívají asi 2 dny. B- a T-lymfocyty zajišťují specifickou imunitu, jsou schopné specificky rozeznat antigen. NK-buňky (natural killers) jsou také lymfocyty, ale patří k buňkám zajišťujícím nespecifickou imunitu, likvidují vnitrobuněčné patogeny (viry) a nádorové buňky (metastáze). Počet lymfocytů se snižuje kvůli jejich sníženému uvolňování z mízních uzlin a jejich zvýšené apoptózy v důsledku vyšší koncentrace steroidů.

Biochemické markery

Mezi nejvýznamnější markery stresu u zvířat patří hormony vylučované kůrou nadledvin (glukokortikoidy – kortizol, kortizon a kortikosteron) a dření nadledvin (katecholaminy – adrenalin, noradrenalin a dopamin), adrenokortikotropní hormon, proteiny akutní fáze (C-reaktivní protein, haptoglobin, ceruloplazmin), proteiny teplotního šoku a glukóza. Mezi enzymatické markery patří alaninaminotransferáza (ALT), aspartátaminotransferáza (AST), alkalická fosfatáza (ALP), kreatinkináza (CK) a laktátdehydrogenáza (LDH).

Morbidita a mortalita

Morbidita (nemocnost) je údaj, který uvádí, kolik zvířat ze skupiny je nemocných, např. kolik dojníc ve stádě trpí zánětem mléčné žlázy. Při dlouhodobém stresu dochází ke snížení obranyschopnosti organismu a vyšší incidenci onemocnění.

Mortalita (úmrtí) může být přímým i nepřímým ukazatelem stresu. Některá zvířata mohou kvůli obranyschopnosti snížené působením dlouhodobého stresu snáz podlehnout onemocněním a uhynout, v tom případě se jedná o nepřímý ukazatel. Pokud zvíře uhynie v důsledku akutní stresové zátěže, jedná se o přímý ukazatel.

Patologické stavy vyvolané stresem

Infekční stres

Při chronickém stresu dochází k vyčerpání organismu a v důsledku dlouhodobého působení kortikoidních hormonů ke snížení funkce imunitního systému. Organismus pak není schopen odolávat i běžnému množství infekčních agens v prostředí. Pokud bude chovatel chovat zvířata ve skupinách nadměrné velikosti, zvířata budou permanentně stresovaná, sníží se jejich přírůstky a zvýší se nemocnost, prodlouží se čas uzdravení.

Pokud chovám doma dvě kočky, je míra infekčního stresu, kterému je vystavuji, o několik řádů nižší oproti útulku nebo depozitu, kde chovám koček dvacet. V útulcích je nutné dbát o kvalitní výživu, dobrou zoohygienu chovu a zachování welfare zvířat, aby míra stresu, kterému jsou zvířata vystavena, byla co nejnižší a nebyl negativně ovlivňován jejich imunitní systém.

Pokud chovatel chová výkrmová prasata za účelem jejich prodeje na jatka, potřebuje, aby měla zvířata zachována dobrý welfare, byla v dobré kondici a plně využívala krmivo pro přírůstek svalové hmoty. Pokud budou zvířata nemocná v důsledku dlouhodobého stresu, energie z krmiva nebude využívána pro přírůstky, ale pro boj s infekcí a prodlouží se doba výkrmu, což je pro chovatele ekonomicky nežádoucí.

Stresové vředy žaludku, střeva a selhání ledvin

Během stresové reakce dochází k vyššímu prokrvení mozku a příčně pruhovaných svalů, což má organismu zajistit přežití, prokrvení jiných orgánů je omezeno. Nejčastěji jsou důsledky nedostatečného prokrvení (ischémie) pozorovány na žaludku a střevě, kde dochází ke vzniku vředů, a na ledvinách, u kterých může dojít až k akutnímu selhání. Kvůli ischémii způsobné stresem není do orgánů přiváděn dostatek kyslíku a živin a zároveň nejsou dostatečně odváděny zplodiny metabolismu, které tak na orgány stále působí. V žaludku a střevě zároveň působí kyselé substance (kyselina chlorovodíková, zažitina), sliznice není schopná tvořit dostatek ochranného hlenu a dochází k jejímu poleptání se vznikem vředů.

Hypogalaktie a agalaktie prasníc

Vlivem přesunu na porodnu i samotným porodem může dojít u prasníc ke snížení nebo úplnému zastavení sekrece mléka, což má negativní vliv nejen na ni, ale také na její mláďata, pro které je příjem mleziva a mléka od vlastní matky klíčový pro přežití a získání dobré kondice. Pokud bude prasnice chována ve vhodném prostředí s možností projevovat normální chování, jako je stavba hnízda, volný pohyb, ve stáji bude dobré mikroklima i makroklima a klid, značně se riziko vzniku veškerých patologií sníží.

PSE a DFD maso

PSE maso (pale, soft, exsudative) – vada masa, objevuje se převážně u vepřového masa, u plemen prasat neodolných vůči stresu. Po porážce dochází k rychlé glykolýze, ve svalovině se hromadí kyselina mléčná, pH klesá pod 5,8 a teplota stoupá nad 42°C, což vede k uvolnění masové šťávy a maso se stává světlým, měkkým a vodnatým.

DFD (dark, firm, dry) – vada masa, objevuje se převážně u skotu, u kterého došlo k úplnému vyčerpání před porážkou a ve svalech není zdroj kyseliny mléčné pro zrání. Maso je tmavé, tuhé a suché.

Vyšubávání peří u papoušků

Papoušci jsou zvířata velmi citlivě reagující na stres, včetně stresu vyvolaného nefungujícími mezilidskými vztahy v domácnosti chovatele. Často reagují sebepoškozujícím chováním, kdy si vytrhávají veškeré peří, na které dosáhnou. Oproti kožním onemocněním jim zůstává peří na hlavě, neboť si na ně nemohou dosáhnout a vyklovat si je.

Stres u korýšů

Korýši vylučují ganglii v oblasti očí hyperglykemický hormon korýšů (CHH-crustacean hyperglycemic hormone), který má podobné účinky jako kortizol a kortikosteron. Hlavním efektem je zvýšení hladiny glukózy v hemolymfě, k čemuž dochází skrze mobilizaci z nitrobuněčných glykogenových zásob. Různé stresory vyvolávají různé zvýšení hladiny glukózy u korýšů s nepoškozenými strukturami očí, u korýšů s poškozenými očima nedochází k žádným změnám.

Zdroje:

ELWOOD, R. W., et al., 2009. Pain and stress in crustaceans? *Applied Animal Behaviour Science*, **118**, 128-136. DOI: 10.1016/j.applanim.2009.02.018. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159109000409>.

FORKMAN, B. et al., 2007. A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology and Behaviour*, **92**, 340-374. DOI: 10.1016/j.physbeh.2007.03.016. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938407001096>.

GALLUP Jr., G. G., et al., 1971. The tonic immobility reaction in chickens: Response characteristics and methodology. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, **3** (5), 237-239.

GALLUP Jr., G. G., 1974. Genetic influence on tonic immobility in chickens. *Animal Learning and Behaviour*, **2**, 145-147.

GALLUP Jr., G. G., 1977. Tonic Immobility: the Role of Fear and Predation. *The Psychological Record*, **27** (1), 41-61. DOI: 10.1007/BF03394432. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03394432>.

JONES, R. B., 1986. The tonic immobility reaction of the domestic fowl: a review. *Worlds Poultry Science Journal*, **42** (1), 82-96.

KLIMEŠ, Jiří, Michal VLAŠÍN a Vlasta SVOBODOVÁ, 2008. Nemoci trávicího systému a peritonea. In: SVOBODA, M. et al. *Nemoci psa a kočky, 1. díl*. Brno: Noviko, ISBN 978-80-86542-18-8.

KOUDELA, Karel, 2003. Adaptace a stres. In: JELÍNEK, P., KOUDELA, K. et al. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-644-1.

LABOKLIN, 2018. Diagnostika leukocytózy [online]. [vid 13. 9. 2019]. Dostupné z: http://cz.laboklin.info/wp-content/uploads/lab_akt_1803.pdf.

NEKVAPIL, Tomáš a Martin HOSTOVSKÝ, 2016. Biochemické markery stresu u zvířat. In: *Ochrana zvířat a welfare 2016: sborník příspěvků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, s. 326-334. ISBN 978-80-7305-780-0.

TREBICHAŤSKÝ, Iija, Petra ONDRÁČKOVÁ a Martin FALDYNA, 2009. Vznik a diferenciacie buněk imunitního systému. In: TOMAN, M. et al. *Veterinárni imunologie*, 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-2464-5.

SCHREIBER, Michal a Dana MARŠOVÁ, 2003. Stres. In: TROJAN, S. et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 80-247-0512-5.